

Рисунок 3 – Узел повышения точности нахождения центра тяжести при обработке нечеткой информации

Синхронизирует работу средства обработки нечетких данных блок управления БУ, который может быть выполнен по разным стандартным схемам [8].

Разработанная структурная схема модификации средства обработки нечетких данных обеспечивает высокую точность нахождения центра тяжести и повышение скорости обработки нечетких данных.

Заключение. Предложенный способ ускоренной обработки нечетких данных на основе механизма Мамдани позволяет повысить быстродействие систем, решающих прикладные инженерные задачи, путем распределения процесса его реализации на этапы обучения и эксплуатации.

Предложенное средство ускоренной обработки нечетких данных может быть реализовано с помощью современных ПЛИС, что позволит применять его в различных системах управления.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ross, T.J. Fuzzy Logic with Engineering Applications / T.J. Ross. – McGraw-Hill Inc. (USA), 1995. – 600 p.
2. Штовба, С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику / С.Д. Штовба [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/>
3. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. – М.: Телеком, 2006. – 382 с.
4. Штовба, С.Д. Обеспечение точности и прозрачности нечеткой модели Мамдани при обучении по экспериментальным данным / С.Д. Штовба // Проблемы управления и информатики. – 2007. – №4. – С. 102–114.
5. Пристрій для обробки нечіткої інформації: патент 105676 UA, МПК G06F 15/18, G06F 19/28, G06F 17/10. / М.П. Карпінський, І.В. Васильцов, Л.О. Дубчак, В.В. Кочан (Україна); опубл. 10.06.2014.
6. Белов, М.П. Основы алгоритмизации в информационных системах: учеб. пособие / М.П. Белов. – СПб.: СЗТУ, 2003 – 85 с.
7. Карасев, А.И. Теория вероятностей и математическая статистика / А.И. Карасев. – М.: Статистика, 1979. – 279 с.
8. Шило, В.Л. Популярныe цифровые микросхемы: справочник. / В.Л. Шило. – М.: Радио и связь, 1987. – 352 с.

Материал поступил в редакцию 16.01.2017

DUBCHAK L.O., KOCHAN V.V., VASYLKIV N.M. Mean of accelerated processing fuzzy data based on the mechanism of Mamdani

This paper proposes a method of processing fuzzy data, based on the classic mechanism of Mamdani's fuzzy inference. The implementation of this method is divided into stages of learning and exploitation, which reduces the number of operations during the mean exploitation and improves its performance.

Based on the proposed method developed structural diagram of fuzzy data processing mean, that can be used for solving the applied engineering problems.

УДК 621.371:550.837.6

Янушкевич В.Ф., Кременя К.И., Заяц Е.Ю.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЧАСТОТНО-МОДУЛИРОВАННЫХ СИГНАЛОВ В АНИЗОТРОПНЫХ СРЕДАХ ПЛАЗМОПОДОБНОГО ТИПА

Введение. Решение задач взаимодействия электромагнитной волны (ЭМВ) и углеводородной залежи (УВЗ), находящейся на фоне гетерогенной и полифазной среды, связано с учетом сложных физических процессов над залежами углеводородов, условиями их залегания. До недавнего времени электродинамическое описание залегающей неоднородности сводилось к его представлению в виде «тела с конечной проводимостью, погруженного в среду с потерями».

В настоящее время существует несколько физических моделей залежей углеводородов, учитывающих миграцию углеводородов в среде над залежами к поверхности Земли. В этом случае воздействие электромагнитных сигналов на такое образование может быть описано как однорезонансным, так и многорезонансным взаимодействием [1–3].

В современной электроразведке наблюдается тенденция поиска новых методов, связанных с усложнением методик и технологий, преследующих сокращение времени аттестации контролируемой поверхности и улучшение качественных показателей эффективности [4]. Большинство предлагаемых методов не имеют теоретического обоснования, порой противоречат канонам радиофизики. Все это требует пристального анализа физических процессов, происходящих

над залежью углеводородов, конкретизации ее электродинамической модели для обоснования взаимодействия ЭМВ с залежью.

Целью данной работы является разработка электромагнитных методов поисков анизотропных сред плазмоподобного типа (АСПТ) на основе исследуемых характеристик поверхностного импеданса сред в режиме частотно-модулированных (ЧМ) сигналов.

Взаимодействие ЭМВ с АСПТ. Исследования по данной теме представлены в работе [5]. Тем не менее особенности взаимодействия ЭМВ с УВЗ в данном режиме воздействия требуют дополнительного анализа.

Исследуемую залежь углеводородов можно представить в виде анизотропной неоднородности на трассе связи [6].

В общем случае пространственная ориентация внешней нормали к границе раздела сред и волнового вектора \vec{k} является произвольной (рисунок 1), и процесс взаимодействия ЭМВ с локальным включением на трассе распространения радиоволн (РРВ) можно представить в виде режима наклонного падения плоской волны с вертикальной поляризацией на безграничную поверхность с анизотропным импе-

Янушкевич Виктор Францевич, к.т.н., доцент кафедры радиоэлектроники Полоцкого государственного университета.

Кременя Карина Игоревна, магистр технических наук, ассистент кафедры радиоэлектроники Полоцкого государственного университета.

Беларусь, ПГУ, 211440, Витебская обл., г. Новополоцк, ул. Блохина, 29.

Зяец Екатерина Юрьевна, магистр технических наук, ассистент кафедры информационных радиотехнологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

Беларусь, БГУиР, 220013, г. Минск, ул. П. Бровки, 6.

дансом (в приближении больших характерных размеров неоднородности по сравнению с длиной волны зондирующего сигнала) [2].

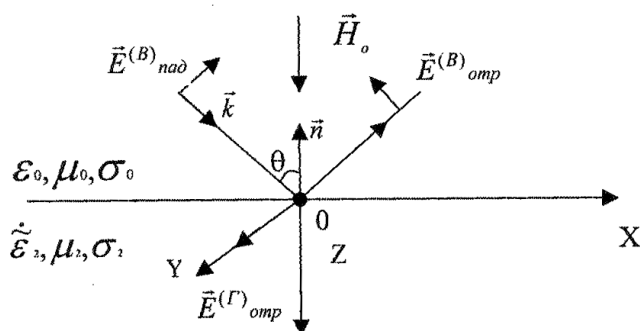


Рисунок 1 – Геометрия задачи для ЭМВ с вертикальной поляризацией поля

Импедансные граничные условия определяются выражениями:

$$\begin{aligned} E_x &= -Z_0 (\dot{Z}_{11} H_x - \dot{Z}_{12} H_y); \\ E_y &= -Z_0 (\dot{Z}_{21} H_x - \dot{Z}_{22} H_y); \\ \dot{Z}_{11} &= \dot{Z}_{22} = -\frac{1}{j2\sqrt{\epsilon_R \epsilon_L}} (\sqrt{\epsilon_R} - \sqrt{\epsilon_L}); \\ \dot{Z}_{12} &= \dot{Z}_{21} = -\frac{1}{2\sqrt{\epsilon_R \epsilon_L}} (\sqrt{\epsilon_R} + \sqrt{\epsilon_L}), \end{aligned} \quad (3)$$

где $E_{x,y}$, $H_{x,y}$ – проекции падающей и отраженной волны на соответствующие координатные оси;

Z_0 – характеристическое сопротивление среды, окружающей анизотропную неоднородность.

Результаты исследования поверхностного импеданса. С помощью программного обеспечения Matlab проведен анализ частотных компонентов поверхностного импеданса среды над УВЗ при изменении параметров ЧМ, вариация которых расширяет функциональные зависимости компонентов сопротивления от режимов модуляции и позволяет повысить информативность разрабатываемых методов поиска УВЗ.

Исследованы частотные зависимости граничных импедансных условий на отрезке от 10^5 Гц до 10^{10} Гц, рассмотрено влияние индекса частотной модуляции и модулирующей частоты на характеристики поверхностного импеданса.

Расчет компонентов поверхностного импеданса (1) проведен на основании экспериментально полученных данных над залежами углеводородов: диэлектрическая проницаемость вмещающих пород

$\epsilon_r = 10$, удельная электрическая проводимость $\delta_r = 0,03 \frac{\text{См}}{\text{м}}$;

эффективные частоты столкновений: электронно-ионная $\nu_e = 10^9 \text{ с}^{-1}$ и ионная $\nu_i = 0,5 \cdot 10^7 \text{ с}^{-1}$ [5].

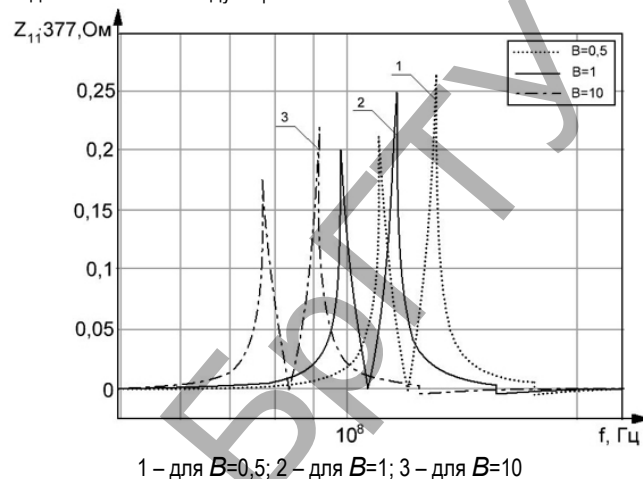
На рисунках 2 и 3 представлены частотные зависимости составляющей Z_{11} . Для выделения углеводородных залежей по составляющей импеданса Z_{11} можно рекомендовать следующие частоты: $1,15 \cdot 10^8$ Гц и $1,45 \cdot 10^8$ Гц (при $B=0,5$).

Для индекса частотной модуляции $B=1$ входной импеданс отличается на частотах $9,8 \cdot 10^7$ Гц и $1,2 \cdot 10^8$ Гц. При увеличении индекса модуляции до $B=10$ происходит смещение точек экстремума Z_{11} влево. На частоте $9,8 \cdot 10^7$ Гц модуль равен 0,2, а на частоте $1,2 \cdot 10^8$ Гц модуль равен 0,25.

Увеличение индекса ЧМ приводит к тому, что точки экстремума на частотах $0,54 \cdot 10^8$ Гц и $0,98 \cdot 10^7$ Гц различаются несущественно по сравнению с меньшими значениями индекса частотной модуляции. Для выделения углеводородных залежей по составляющей импеданса $|Z_{11}|$ можно рекомендовать следующие частоты $1,1 \cdot 10^6$ Гц и

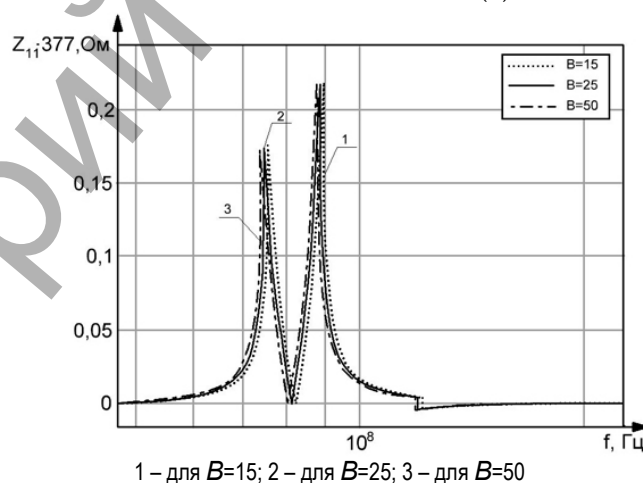
$1,38 \cdot 10^8$ Гц (при $B=15$). Для индекса частотной модуляции $B=25$ на частотах $0,50 \cdot 10^6$ Гц и $0,94 \cdot 10^7$ Гц и для индекса частотной модуляции $B=50$ наблюдается смещение точек экстремума $|Z_{11}|$ влево.

На частоте $0,96 \cdot 10^7$ Гц модуль равен 0,22, а на частоте $0,48 \cdot 10^6$ Гц модуль равен 0,175. Увеличение индекса ЧМ приводит к тому, что точки экстремума на частотах $0,94 \cdot 10^7$ Гц и $0,90 \cdot 10^7$ Гц различаются несущественно по сравнению с меньшими значениями индекса частотной модуляции.



1 – для $B=0,5$; 2 – для $B=1$; 3 – для $B=10$

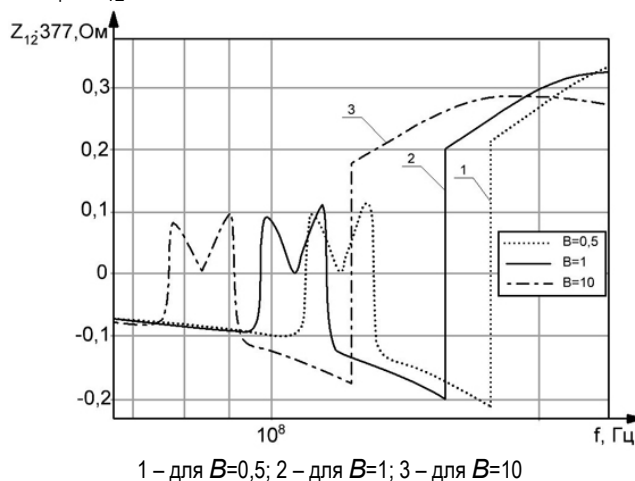
Рисунок 2 – Зависимости $Z_{11} = \psi(f)$



1 – для $B=15$; 2 – для $B=25$; 3 – для $B=50$

Рисунок 3 – Зависимости $Z_{11} = \psi(f)$

На рисунках 4 и 5 представлены частотные зависимости составляющей Z_{12} .

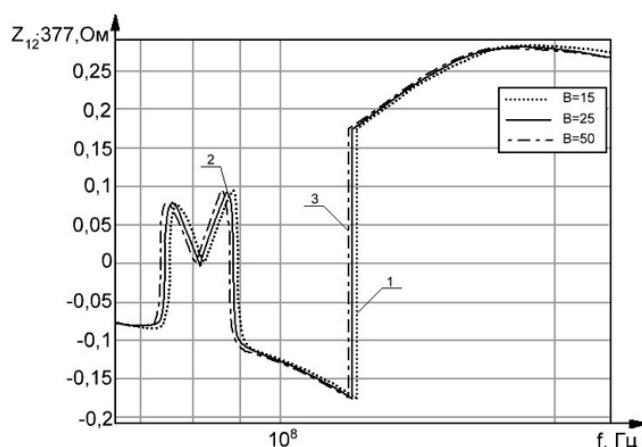


1 – для $B=0,5$; 2 – для $B=1$; 3 – для $B=10$

Рисунок 4 – Зависимости $Z_{12} = \psi(f)$

Величина составляющей поверхностного импеданса Z_{12} практически не меняется в диапазоне частот от 10^5 Гц до 10^8 Гц. На частоте в области от 100 МГц до 180 МГц наблюдается резкий всплеск до значений 0,28–0,35. Вариация индекса В сказывается на отрезке частот от 100 КГц до 1 ГГц. Меньшим значениям индекса В соответствует большие значения Z_{12} и большие значения частоты, при которой наблюдается рост поверхностного импеданса.

Величина составляющей поверхностного импеданса $|Z_{12}|$ практически не меняется в диапазоне частот от 10^5 Гц до 10^8 Гц (при $B = 15$ –50). На частоте в области 300 МГц наблюдается резкий всплеск до значений 0,17. Вариация индекса В сказывается на отрезке частот от 100 КГц до 1 ГГц.



1 — для $B=15$; 2 — для $B=25$; 3 — для $B=50$

Рисунок 5 — Зависимости $Z_{12} = \psi(f)$

Меньшим значениям индекса В соответствуют большие значения Z_{12} и большие значения частоты, при которой наблюдается рост поверхностного импеданса. Импеданс исследуемого слоя плазматического типа является комплексной величиной. Таким образом, анализ сводится к раздельному исследованию амплитудных и фазовых характеристик поверхностного импеданса. Проведен анализ амплитудных характеристик поверхностного импеданса. Количественные проявления этих эффектов определяются физико-геологическими свойствами месторождений нефти и газа: химическим и минералогическим составом слоев, структурно-текстурными

особенностями скелета, характером пористости и проницаемости, процентным содержанием составляющих веществ, особенностями механических свойств скелета, количеством пластовой воды в порах, ее минерализацией и т. д., поэтому в выражениях (1) необходимо учитывать поправки на эти характеристики.

Закключение. Определены значения компонентов поверхностного импеданса АСПТ, в качестве которой выбрана залежь углеводородов. Рассмотрено распространение ЭМВ над залежью в режиме ЧМ-сигналов. Анализ проведен в импедансно-частотном диапазоне зондирующих сигналов. Рассмотрены различные режимы применения ЧМ-модуляции. Полученные результаты взаимодействия ЧМ-сигналов со средой над УВЗ могут быть применены для разработки радиотехнических систем поиска залежей нефти и газа и качественного повышения производительности геологоразведочных работ.

Осуществлен анализ поверхностного импеданса среды над УВЗ, по величине которого можно проводить оценку характеристик антенн, имеющих фиксированное положение в пространстве, относительно границы раздела сред при изменении свойств подстилающей поверхности, что дает возможность количественной оценки свойств среды, не прибегая к точному расчету изменений электродинамических параметров подстилающей поверхности.

Результаты исследования могут быть использованы для разработки новых электромагнитных методов поиска и оконтуривания УВЗ.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Денисов, С.Б. Высокочастотные электромагнитные методы исследования нефтяных и газовых скважин / С.Б. Денисов. — М.: Недра, 1986. — 142 с.
2. Хаскинд, М.Д. Распространение электромагнитных волн над гиротропной средой // Радиотехника и электроника. — М.: Наука, 1961. — Т. 6. — № 6. — С. 886–894.
3. Озерков, Э.А. Новая технология компьютерной обработки материалов ЗСБ для прямого прогноза залежей нефти и газа (РЭМИС) / Э.А. Озерков [и др.] // Неклассическая геофизика: тез. докладов науч.-практ. семинара. — Саратов, 1999. — С. 41–43.
4. Mc. Alur, N. Rodar that sus beneath the ground // Pop. Sci. — 1989. — Vol. 234. — P. 113.
5. Янушкевич, В.Ф. Поверхностный импеданс среды над углеводородными залежами в режиме частотно-модулированных сигналов // Д.В. Гололобов, С.В. Калинин // Весці АН Беларусі. — Серия фіз.-тэхн. навук. — № 4. — 2010. — С. 98–101.
6. Черенкова, Е.Л. Распространение радиоволн / Е.Л. Черенкова, О.В. Чернышев. — М.: Радио и связь, 1984. — 272 с.

Материал поступил в редакцию 05.01.2017

YANUSHKEVICH V.F., KREMENYA K.I., ZAYAC E.Yu. Distribution of frequency-modulated signals in the type plasmopodobny anisotropic environments

Relevance of the tasks considered in the real work consists in improvement of the existing electromagnetic methods of geoinvestigation and development of new methods of search and identification of oil fields and gas on the basis of frequency F (WC) signals. By means of the software of Matlab the analysis of frequency components of a superficial impedance of the environment over UVZ at change of the WC parameters which variation expands functional dependences of components of resistance on the modes of modulation is carried out and allows to increase informational content of the developed methods of search of UVZ.

In work values of components of a superficial impedance of the anisotropic environment of plasmopodobny type as which the deposit of hydrocarbons was chosen were defined. Distribution of EMV over a deposit in the WC mode — signals is considered. The analysis is carried out in the impedance and frequency range of the probing signals. Various modes of application of World Cup of modulation are considered. The received results of interaction of World Cup of signals with Wednesday over UVZ can be applied to development of RTS of search of deposits of oil and gas and high-quality increase of productivity of prospecting works.

УДК 004.067

Брюхомицкий Ю.А.

ИММУНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД КЛАВИАТУРНОГО МОНИТОРИНГА

Введение. В системах клавиатурного мониторинга (КМ) пользователей компьютерных систем, работающих на произвольных

текстах, решающее значение имеют характеристики точности и времени идентификации фактически работающего пользователя. По-

Брюхомицкий Юрий Анатольевич, к.т.н., доцент, с.н.с., доцент кафедры безопасности информационных технологий Южного федерального университета, г. Таганрог, Россия.